

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7384146号
(P7384146)

(45)発行日 令和5年11月21日(2023.11.21)

(24)登録日 令和5年11月13日(2023.11.13)

(51)国際特許分類			F I		
H O 1 L	25/07	(2006.01)	H O 1 L	25/04	C
H O 1 L	25/18	(2023.01)	H O 1 L	23/30	B
H O 1 L	23/29	(2006.01)	H O 1 L	23/02	J
H O 1 L	23/31	(2006.01)			
H O 1 L	23/02	(2006.01)			
請求項の数 11 (全15頁)					
(21)出願番号	特願2020-196241(P2020-196241)		(73)特許権者	000006013	
(22)出願日	令和2年11月26日(2020.11.26)			三菱電機株式会社	
(65)公開番号	特開2022-84391(P2022-84391A)			東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号	
(43)公開日	令和4年6月7日(2022.6.7)		(74)代理人	110003199	
審査請求日	令和4年11月14日(2022.11.14)			弁理士法人高田・高橋国際特許事務所	
			(72)発明者	梶 勇輔	
				東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号	
				三菱電機株式会社内	
			審査官	佐藤 靖史	

(54)【発明の名称】 半導体装置および電力変換装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベース板と、

平面視で前記ベース板の直上の領域を囲むケースと、

前記領域に設けられた半導体チップと、

前記領域を充填する封止樹脂と、

前記封止樹脂の上に設けられたバリア層と、

を備え、

前記バリア層は、前記ベース板と対向する第 1 面と、前記第 1 面と反対側の第 2 面と、前記第 2 面から上方に突出した凸部と、を有し、

前記第 1 面は、前記バリア層の中心部で最も前記ベース板との距離が短く、前記中心部から離れるほど連続して前記ベース板との距離が長くなり、

前記凸部は、前記中心部を避けて少なくとも前記中心部の両側に設けられ、

前記凸部の前記第 2 面からの高さは、前記第 1 面のうち前記凸部の直下の部分と、前記第 1 面のうち前記中心部に設けられた部分との前記バリア層の厚さ方向の距離よりも大きく、

前記バリア層は、前記封止樹脂よりも水分またはガスの透過性の低い材料で形成されることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記凸部の上面は、前記第 1 面のうち前記凸部の直下の部分に沿って傾斜した部分を有

することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】

ベース板と、
平面視で前記ベース板の直上の領域を囲むケースと、
前記領域に設けられた半導体チップと、
前記領域を充填する封止樹脂と、
前記封止樹脂の上に設けられたバリア層と、
を備え、
前記バリア層は、前記ベース板と対向する第 1 面と、前記第 1 面と反対側の第 2 面と、
前記第 1 面から下方に突出した凸部と、を有し、
前記第 1 面は、前記バリア層の中心部で最も前記ベース板との距離が短く、前記中心部
から離れるほど連続して前記ベース板との距離が長くなり、
前記凸部は、前記中心部を避けて少なくとも前記中心部の両側に設けられ、
前記凸部の前記第 2 面からの高さは、前記中心部での前記バリア層の厚さよりも大きく、
前記バリア層は、前記封止樹脂よりも水分またはガスの透過性の低い材料で形成される
ことを特徴とする半導体装置。

10

【請求項 4】

前記凸部は、前記中心部の外周の一部を避けて設けられることを特徴とする請求項 3 に
記載の半導体装置。

【請求項 5】

前記第 2 面は平面から形成されることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の半導体装
置。

20

【請求項 6】

前記第 1 面は、前記中心部と前記バリア層の端部を繋ぐ複数の平面を有することを特徴
とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 7】

前記第 1 面は、曲面から形成されることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記
載の半導体装置。

【請求項 8】

前記封止樹脂は、シリコーンゲルまたはエポキシ樹脂から形成されることを特徴とする
請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

30

【請求項 9】

前記半導体チップはワイドバンドギャップ半導体によって形成されていることを特徴と
する請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記ワイドバンドギャップ半導体は、炭化珪素、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンド
であることを特徴とする請求項 9 に記載の半導体装置。

【請求項 11】

請求項 1 から 10 の何れか 1 項に記載の半導体装置を有し、入力される電力を変換して
出力する主変換回路と、

40

前記主変換回路を制御する制御信号を前記主変換回路に出力する制御回路と、
を備えた電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、半導体装置および電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、パワー半導体モジュールが開示されている。このパワー半導体モジュ
ールは、絶縁基板と、第 1 導電回路パターンと、第 2 導電回路パターンと、第 1 半導体素

50

子と、第2半導体素子と、封止部材と、バリア層とを備える。封止部材は、第1半導体素子と第2半導体素子と第1導電回路パターンと第2導電回路パターンとを封止している。バリア層は、水分及び硫黄ガスのようなガスがパワー半導体モジュールの内部に侵入することを防止する。封止部材には応力緩和部が設けられている。封止部材の外表面は、少なくとも応力緩和部において、パワー半導体モジュールの中央部に近づくにつれて徐々に深く凹むように形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第2019-239615号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1では、バリア層が下方に突出することで、封止部材に応力緩和部が形成されている。このような構造のバリア層は、水平を保った状態で静置することが困難であり、安定して積み重ねることができない可能性がある。また、半導体装置に搭載するための取得時に、バリア層に傾きまたは落下が発生するおそれがある。

【0005】

本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、バリア層を安定して積み重ねることができる半導体装置および電力変換装置を得ることを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1の開示に係る半導体装置は、ベース板と、平面視で該ベース板の直上の領域を囲むケースと、該領域に設けられた半導体チップと、該領域を充填する封止樹脂と、該封止樹脂の上に設けられたバリア層と、を備え、該バリア層は、該ベース板と対向する第1面と、該第1面と反対側の第2面と、該第2面から上方に突出した凸部と、を有し、該第1面は、該バリア層の中心部で最も該ベース板との距離が短く、該中心部から離れるほど連続して該ベース板との距離が長くなり、該凸部は、該中心部を避けて少なくとも該中心部の両側に設けられ、該凸部の該第2面からの高さは、該第1面のうち該凸部の直下の部分と、該第1面のうち該中心部に設けられた部分との該バリア層の厚さ方向の距離よりも大きく、該バリア層は、該封止樹脂よりも水分またはガスの透過性の低い材料で形成される。

30

【0007】

第2の開示に係る半導体装置は、ベース板と、平面視で該ベース板の直上の領域を囲むケースと、該領域に設けられた半導体チップと、該領域を充填する封止樹脂と、該封止樹脂の上に設けられたバリア層と、を備え、該バリア層は、該ベース板と対向する第1面と、該第1面と反対側の第2面と、該第1面から下方に突出した凸部と、を有し、該第1面は、該バリア層の中心部で最も該ベース板との距離が短く、該中心部から離れるほど連続して該ベース板との距離が長くなり、該凸部は、該中心部を避けて少なくとも該中心部の両側に設けられ、該凸部の該第2面からの高さは、該中心部での該バリア層の厚さよりも大きく、該バリア層は、該封止樹脂よりも水分またはガスの透過性の低い材料で形成される。

40

【発明の効果】

【0008】

第1、第2の開示に係る半導体装置では、バリア層を積み重ねた際に凸部によって形成された空間にバリア層の第1面側の突出した部分を収納できる。従って、バリア層を安定して積み重ねることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態1に係る半導体装置の断面図である。

【図2】実施の形態1に係る半導体装置の拡大図である。

50

【図 3】実施の形態 1 に係るバリア層を積み重ねた状態を示す図である。

【図 4】第 1 面の一例を示す底面図である。

【図 5】第 1 の変形例に係る第 1 面を示す底面図である。

【図 6】第 2 の変形例に係る第 1 面を示す底面図である。

【図 7】凸部の一例を示す平面図である。

【図 8】第 1 の変形例に係る凸部を示す平面図である。

【図 9】第 2 の変形例に係る凸部を示す平面図である。

【図 10】第 3 の変形例に係る凸部を示す平面図である。

【図 11】実施の形態 2 に係る半導体装置の断面図である。

【図 12】実施の形態 2 に係るバリア層を積み重ねた状態を示す図である。

【図 13】実施の形態 3 に係る半導体装置の断面図である。

【図 14】実施の形態 4 に係る半導体装置の断面図である。

【図 15】実施の形態 5 に係る半導体装置の断面図である。

【図 16】実施の形態 5 に係るバリア層を積み重ねた状態を示す図である。

【図 17】実施の形態 6 に係る電力変換装置を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本実施の形態に係る半導体装置および電力変換装置について図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

【0011】

実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 に係る半導体装置 100 の断面図である。半導体装置 100 は、ベース板 11 と、平面視でベース板 11 の直上の領域を囲むケース 18 を備える。ケース 18 に囲まれた領域には、複数の半導体チップ 14、16 および複数の絶縁基板 30 が設けられる。複数の絶縁基板 30 は、ベース板 11 の上面に接合材 12 で接合される。半導体チップ 14 は、接合材 13 で絶縁基板 30 上に搭載される。半導体チップ 16 は、接合材 15 で絶縁基板 30 上に搭載される。

【0012】

ケース 18 には端子 19 が挿入されている。絶縁基板 30 は配線材 17 によって端子 19 と接続される。半導体チップ 14、16 は、絶縁基板 30、配線材 17、端子 19 を介して半導体装置 100 の外部と電氣的に接続される。また、半導体チップ 14、16 は、絶縁基板 30、配線材 17 を介して電氣的に接続される。

【0013】

ケース 18 に囲まれた領域は、封止樹脂 20 で充填される。封止樹脂 20 の上にはバリア層 40 が設けられる。

【0014】

図 1 では 2 つの絶縁基板 30 が示されているが、絶縁基板 30 は半導体装置 100 の定格容量、配線仕様によって、更に設けられても良い。半導体装置 100 が備える絶縁基板 30 は 1 つであっても良い。また、半導体装置 100 が備える半導体チップは 1 つ以上であれば良い。

【0015】

ベース板 11 の材質は限定されない。ベース板 11 は、銅、アルミニウム、銅－モリブデン合金 (CuMo) などの金属材料で構成されても良い。また、ベース板 11 は、炭化ケイ素－アルミ複合材 (AlSiC)、炭化ケイ素－マグネシウム複合材 (MgSiC) などの複合材料で構成されても良い。また、ベース板 11 はエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、またはポリフェニレンサルファイド (PPS) 樹脂のような有機材料で構成されても良い。

【0016】

絶縁基板 30 は、導電部 31 と、絶縁層 32 と、導電回路部 33 とを有する。絶縁基板

10

20

30

40

50

30は、半導体装置100の定格容量、配線仕様によって、複数の導電回路部33を有しても良い。

【0017】

絶縁層32の材質は限定されない。絶縁層32は、アルミナ(Al₂O₃)、窒化アルミニウム(AlN)、窒化ケイ素(Si₃N₄)、二酸化ケイ素(SiO₂)、または窒化ホウ素(BN)のような、無機セラミックス材料で構成されても良い。また、絶縁層32は、樹脂材料中に微粒子およびフィラーの少なくとも1つが分散されたもので構成されていても良い。微粒子、フィラーは、無機セラミックス材料で構成されても良い。無機セラミックス材料は、例えばアルミナ(Al₂O₃)、窒化アルミニウム(AlN)、窒化ケイ素(Si₃N₄)、二酸化ケイ素(SiO₂)、窒化ホウ素(BN)、ダイヤモンド(C)、炭化ケイ素(SiC)または酸化ホウ素(B₂O₃)である。微粒子、フィラーは、シリコン樹脂またはアクリル樹脂のような樹脂材料で形成されても良い。微粒子、フィラーが分散される樹脂は、電気絶縁性を有している。微粒子、フィラーが分散される樹脂は限定されない。微粒子、フィラーが分散される樹脂は、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂またはアクリル樹脂で構成されても良い。

10

【0018】

導電部31と導電回路部33の材質は限定されない。導電部31と導電回路部33は、銅またはアルミニウムのような金属材料で形成されても良い。導電部31と導電回路部33は、同じ材料で形成されても良く、異なる材料で形成されても良い。また、導電部31がベース板11を兼ねていても良い。この場合、ベース板11を兼ねた導電部31の上に絶縁層32が形成され、絶縁層32の上に1つまたは複数の導電回路部33が形成される。

20

【0019】

ケース18は、電気絶縁性を有する材料から形成される。ケース18は、例えばエポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂またはポリフェニレンサルファイド(PPS)樹脂などで構成されても良い。

【0020】

封止樹脂20は、例えばシリコンゲルまたはエポキシ樹脂から形成される。封止樹脂20は、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂またはアクリル樹脂のような絶縁性樹脂で形成されても良い。また、封止樹脂20は、強度および熱伝導性を向上させる微粒子またはフィラーが分散された絶縁性樹脂材料で形成されても良い。微粒子、フィラーは、無機セラミックス材料で構成されても良い。無機セラミックス材料は、例えばアルミナ(Al₂O₃)、窒化アルミニウム(AlN)、窒化ケイ素(Si₃N₄)、二酸化ケイ素(SiO₂)、窒化ホウ素(BN)、ダイヤモンド(C)、炭化ケイ素(SiC)または酸化ホウ素(B₂O₃)である。

30

【0021】

バリア層40は、水分またはガスの透過性が低い材料で形成される。バリア層40は、例えば封止樹脂20よりも水分またはガスの透過性の低い材料で形成される。バリア層40は、半導体装置100が動作環境中で晒される可能性のあるガスまたは水分が半導体装置100の内部に侵入することを防止する。ガスは例えば硫黄ガスである。

【0022】

バリア層40は、例えばポリフェニレンサルファイド(PPS)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)もしくはポリエーテルエーテルケトン(PEEK)のような熱可塑性樹脂で形成される。バリア層40は、熱硬化性樹脂、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)のようなフッ素系樹脂、セラミックス材料もしくはガラス材料から形成されても良い。また、バリア層40はこれらの混合物で構成されても良い。

40

【0023】

バリア層40は、ベース板11と対向する第1面41と、第1面41と反対側の第2面42と、第2面42から上方に突出した凸部43とを有する。第1面41は下方に突出している。第1面41は、バリア層40の中心部で最もベース板11との距離が短い。第1面41は、バリア層40の中心部から離れるほど連続してベース板11との距離が長くな

50

る。第1面41は、頂点44から外周部に向かって傾斜している。

【0024】

図2は実施の形態1に係る半導体装置100の拡大図である。バリア層40を封止樹脂20に搭載する際、最初に第1面41の突出部が封止樹脂20に接触する。その後、第1面41の傾斜に沿って、バリア層40と封止樹脂20との接触部分が拡大していく。最終的に第1面41の全体と封止樹脂20とが接触した状態で、バリア層40は安定する。

【0025】

このとき、バリア層40と封止樹脂20との接触時に気泡51が巻き込まれたとしても、気泡51は第1面41の傾斜に沿ってバリア層40の外周部へ追い出される。このため、バリア層40とケース18の間から気泡51が排出される。半導体装置100の内部に気泡51が存在すると、応力分布が変化する可能性がある。また、絶縁性が低下するおそれがある。本実施の形態では、半導体装置100の内部に残留する気泡51を抑制できる。従って、耐環境性であり、信頼性の高い半導体装置100を得ることができる。

【0026】

図3は、実施の形態1に係るバリア層40を積み重ねた状態を示す図である。半導体装置100の製造工程では、例えば複数の半導体装置100に対して、バリア層40を封止樹脂20の上に連続して搭載する。この際、バリア層40を重ねて保管することで、搭載作業時のスペースの節約および作業効率の向上が可能となる。

【0027】

本実施の形態では、バリア層40を積み重ねた際に凸部43によって形成された空間にバリア層40の第1面41の突出部を収納できる。従って、バリア層40を安定して積み重ねることができる。つまり、バリア層40の傾きを抑制して、バリア層を積層させることができる。バリア層40が傾いた状態で、手動もしくは自動でバリア層40を取得しようとする、バリア層40が落下するおそれがある。また、バリア層40が傾いた状態で搭載されるおそれがある。本実施の形態では、凸部43により安定した品質の半導体装置100を提供することができる。

【0028】

凸部43は、直上のバリア層40を保持可能に設けられる。具体的には、凸部43は、バリア層40の中心部を避けて、少なくともバリア層40の中心部の両側に設けられる。

【0029】

また、凸部43は、第1面41の突出部を収納可能に設けられる。具体的には、凸部43の第2面42からの高さ82は、第1面41のうち凸部43の直下の部分と、第1面41のうちバリア層40の中心部に設けられた部分とのバリア層40の厚さ方向の距離83よりも大きい。本実施の形態では、凸部43はバリア層40の端部に設けられる。この場合、凸部43の高さ82は、バリア層40の端部と中央部における第1面41の高低差よりも大きい。凸部43の高さ82は、第1面41のうち凸部43との接触部から頂点44までの高さより高いものとしても良い。

【0030】

このような構成によれば、バリア層40を積層させた際に、第1面41の突出部が直下のバリア層40に接触することなく積層が可能である。凸部43の高さ82は、半導体装置100のサイズを考慮すると0.1～10mmであることが好ましく、0.5～3mmであることがより好ましい。

【0031】

図4は、第1面41aの一例を示す底面図である。図5は、第1の変形例に係る第1面41bを示す底面図である。図6は、第2の変形例に係る第1面41cを示す底面図である。図4に示される例では、第1面41aは、頂点44aと端部を繋ぐ4つの平面45a～48aから構成される。図5に示される例では、バリア層40の短手方向に沿って頂点44bが形成される。第1面41bは、頂点44bの両側に設けられた2つの平面45b、46bから構成される。図6に示される例では、バリア層40の長手方向に沿って頂点44cが形成される。第1面41cは、頂点44cの両側に設けられた2つの平面45c

10

20

30

40

50

、46cから構成される。これらの例に限らず、第1面41は、バリア層40の中心部と端部を繋ぐ複数の平面を有すれば良い。第1面41では、頂点44と外周部を繋ぐ何れの面も傾斜している。

【0032】

図7は、凸部43aの一例を示す平面図である。図8は、第1の変形例に係る凸部43bを示す平面図である。図9は、第2の変形例に係る凸部43cを示す平面図である。図10は、第3の変形例に係る凸部43dを示す平面図である。図7に示される例では、4つの凸部43aが、第2面42aのうち中央部と四端点を結んだ直線84上に設けられる。図8に示される例では、4つの凸部43bが、第2面42bの角部に設けられる。図9に示される例では、第2面42cの短手方向に延びる2つの凸部43cが、第2面42cの長手方向の両側に設けられる。図10に示される例では、凸部43dは第2面42dの4辺に沿って、第2面42dの外周部に設けられる。これらの例に限らず、凸部43は、直上のバリア層40を保持可能な位置に設けられれば良い。

10

【0033】

本実施の形態では、凸部43の上面48と側面49は垂直である。これに限らず、側面49は上面48と垂直な方向に対して傾斜していても良い。また、第1面41は、端部において傾斜していない部分を有しても良い。

【0034】

また、バリア層40を封止樹脂20に搭載する際、バリア層40は封止樹脂20に埋め込まれても良い。つまり、バリア層40の上にさらに封止樹脂20が設けられても良く、凸部43または第2面42が封止樹脂20と接触しても良い。

20

【0035】

半導体チップ14、16は例えばスイッチング素子またはダイオードである。半導体チップ14、16はワイドバンドギャップ半導体によって形成されていても良い。ワイドバンドギャップ半導体は、例えば炭化珪素、窒化ガリウム系材料またはダイヤモンドである。本実施の形態によれば、ワイドバンドギャップ半導体によって形成された半導体チップ14、16が高温で動作する際にも信頼性を確保できる。

【0036】

これらの変形は、以下の実施の形態に係る半導体装置および電力変換装置について適宜応用することができる。なお、以下の実施の形態に係る半導体装置および電力変換装置については実施の形態1との共通点が多いので、実施の形態1との相違点を中心に説明する。

30

【0037】

実施の形態2.

図11は、実施の形態2に係る半導体装置200の断面図である。図12は、実施の形態2に係るバリア層240を積み重ねた状態を示す図である。半導体装置200は、バリア層240の構成が半導体装置100と異なる。他の構成は半導体装置100と同様である。バリア層240は凸部243を有する。凸部243の上面248は、第2面42と平行な水平部248aと、水平部248aに対して傾斜した傾斜部248bを有する。傾斜部248bは、第1面41のうち凸部243の直下の部分に沿って傾斜している。

【0038】

本実施の形態では、バリア層240を積み重ねた状態において、傾斜部248bと第1面41とが面接触する。このため、より安定した積載が可能となる。バリア層240を機械で取得する場合、バリア層240を減圧による吸着で取得することがある。このとき、バリア層240を押しながら吸着することが想定される。本実施の形態ではバリア層240同士の接触面積が確保されるため、バリア層240が押される際にバリア層240を安定した状態に保つことができる。

40

【0039】

凸部243の上面248の全てが傾斜部248bから形成されても良い。また、傾斜部248bは、複数の凸部243のうち一部に設けられても良い。

【0040】

50

実施の形態 3 .

図 1 3 は、実施の形態 3 に係る半導体装置 3 0 0 の断面図である。半導体装置 3 0 0 は、バリア層 3 4 0 の構成が半導体装置 1 0 0 と異なる。他の構成は半導体装置 1 0 0 と同様である。バリア層 3 4 0 の第 1 面 3 4 1 は曲面から形成される。

【 0 0 4 1 】

本実施の形態では第 1 面 3 4 1 が曲面から形成されるため、バリア層 3 4 0 のうち封止樹脂 2 0 との接触部において、折れ曲がった部分を低減できる。これにより、気泡 5 1 が封止樹脂 2 0 の外側へ排出される際に、拘束され易い部分を低減できる。従って、より確実に気泡 5 1 を排出でき、高品質な半導体装置 3 0 0 を提供できる。

【 0 0 4 2 】

気泡 5 1 の拘束は、第 1 面 3 4 1 の面粗度によっても発生する可能性がある。気泡 5 1 の排出をより確実に行うために、第 1 面 3 4 1 は極力平滑であることが望ましい。

【 0 0 4 3 】

第 1 面 3 4 1 において、曲面は頂点 3 4 4 からバリア層 3 4 0 の最外周まで続いても良い。また、第 1 面 3 4 1 のうち、一部が曲面で形成されても良い。例えば第 1 面 3 4 1 のうち、頂点 3 4 4 から一定の領域が曲面で形成され、曲面よりも外側が平面で形成されても良い。

【 0 0 4 4 】

実施の形態 4 .

図 1 4 は、実施の形態 4 に係る半導体装置 4 0 0 の断面図である。半導体装置 4 0 0 は、バリア層 4 4 0 の構成が半導体装置 3 0 0 と異なる。他の構成は半導体装置 3 0 0 と同様である。バリア層 4 4 0 は凸部 4 4 3 を有する。凸部 4 4 3 の上面 4 4 8 は、第 2 面 4 2 と平行な水平部 4 4 8 a と、水平部 4 4 8 a に対して傾斜した傾斜部 4 4 8 b を有する。傾斜部 4 4 8 b は、第 1 面 3 4 1 のうち凸部 4 4 3 の直下の部分に沿って傾斜している。

【 0 0 4 5 】

本実施の形態では、バリア層 4 4 0 を積み重ねた状態において、傾斜部 4 4 8 b と第 1 面 3 4 1 とが面接触する。このため、実施の形態 2 と同様に、より安定した積載が可能となる。

【 0 0 4 6 】

実施の形態 5 .

図 1 5 は、実施の形態 5 に係る半導体装置 5 0 0 の断面図である。半導体装置 5 0 0 は、バリア層 5 4 0 の構成が半導体装置 1 0 0 と異なる。他の構成は半導体装置 1 0 0 と同様である。バリア層 5 4 0 は、第 1 面 4 1 から下方に突出した凸部 5 4 3 を有する。

【 0 0 4 7 】

図 1 6 は、実施の形態 5 に係るバリア層 5 4 0 を積み重ねた状態を示す図である。凸部 5 4 3 は、第 1 面 4 1 の突出部を収納可能に設けられる。凸部 5 4 3 の第 2 面 4 2 からの高さ 8 5 は、バリア層 5 4 0 の中心部でのバリア層 5 4 0 の厚さ 8 6 よりも大きい。バリア層 5 4 0 を積み重ねた状態において、凸部 5 4 3 の下面と第 2 面 4 2 が接触する。従って、バリア層 5 4 0 を安定して積み重ねることができる。

【 0 0 4 8 】

凸部 5 4 3 は、実施の形態 1 の凸部 4 3 と同様に、バリア層 5 4 0 の中心部を避けて、少なくともバリア層 5 4 0 の中心部の両側に設けられる。凸部 5 4 3 の第 1 面 4 1 における配置は、例えば図 7、8、9 に示される凸部 4 3 a、4 3 b、4 3 c の第 2 面における配置と同様である。これらの例に限らず、凸部 5 4 3 は、バリア層 5 4 0 を保持可能な位置に設けられれば良い。

【 0 0 4 9 】

ここで、図 1 0 に示されるように、凸部 4 3 d がバリア層 4 0 の中心部を平面視で完全に囲む構成では、バリア層 5 4 0 の搭載時に巻き込まれた気泡 5 1 をバリア層 5 4 0 の外側に逃がすことができなくなる。このため、凸部 5 4 3 は、バリア層 5 4 0 の中心部の外周の一部を避けて設けられると良い。これにより、気泡 5 1 をバリア層 5 4 0 の外側に排

10

20

30

40

50

出できる。

【0050】

本実施の形態では、凸部543がバリア層540の第1面41側に設けられる。このため、バリア層540を積み重ねることを可能としつつ、第2面42を平面で形成することができる。これにより、バリア層540の上に制御基板等を積載する際に、バリア層540の構造が妨げとなることを抑制できる。

【0051】

本実施の形態においても、例えば図4、5、6に示されるように、第1面41はバリア層540の中心部と端部を繋ぐ複数の平面を有しても良い。また、図13に示されるように、第1面41は曲面から形成されても良い。

10

【0052】

実施の形態6.

本実施の形態は、上述した実施の形態1～5にかかる半導体装置100、200、300、400、500を電力変換装置に適用したものである。本開示は特定の電力変換装置に限定されるものではないが、以下、実施の形態6として、三相のインバータに本開示を適用した場合について説明する。

【0053】

図17は、実施の形態6に係る電力変換装置800を適用した電力変換システムの構成を示すブロック図である。

【0054】

20

図17に示す電力変換システムは、電源700、電力変換装置800、負荷900から構成される。電源700は、直流電源であり、電力変換装置800に直流電力を供給する。電源700は種々のもので構成することが可能である。電源700は、例えば直流系統、太陽電池、蓄電池で構成することができる。また、電源700は、交流系統に接続された整流回路またはAC／DCコンバータで構成することとしても良い。また、電源700を、直流系統から出力される直流電力を所定の電力に変換するDC／DCコンバータによって構成することとしても良い。

【0055】

電力変換装置800は、電源700と負荷900の間に接続された三相のインバータである。電力変換装置800は、電源700から供給された直流電力を交流電力に変換し、負荷900に交流電力を供給する。電力変換装置800は、図17に示すように、主変換回路801と、制御回路803とを備えている。主変換回路801は、直流電力を交流電力に変換して出力する。制御回路803は、主変換回路801を制御する制御信号を主変換回路801に出力する。

30

【0056】

負荷900は、電力変換装置800から供給された交流電力によって駆動される三相の電動機である。なお、負荷900は特定の用途に限られるものではなく、各種電気機器に搭載された電動機である。負荷900は、例えばハイブリッド自動車、電気自動車、鉄道車両、エレベーター、もしくは、空調機器向けの電動機として用いられる。

【0057】

40

以下、電力変換装置800の詳細を説明する。主変換回路801は、図示しないスイッチング素子と還流ダイオードを備えている。主変換回路801は、スイッチング素子がスイッチングすることによって、電源700から供給される直流電力を交流電力に変換し、負荷900に供給する。主変換回路801の具体的な回路構成は種々のものがあるが、本実施の形態にかかる主変換回路801は2レベルの三相フルブリッジ回路である。主変換回路801は、6つのスイッチング素子とそれぞれのスイッチング素子に逆並列された6つの還流ダイオードから構成することができる。主変換回路801の各スイッチング素子および各還流ダイオードの少なくともいずれかは、上述した実施の形態1～5の何れかの半導体装置に相当する半導体装置802が有するスイッチング素子又は還流ダイオードである。6つのスイッチング素子は2つのスイッチング素子ごとに直列接続され上下アーム

50

を構成する。各上下アームはフルブリッジ回路のU相、V相、W相の各相を構成する。そして、各上下アームの出力端子、すなわち主変換回路801の3つの出力端子は、負荷900に接続される。

【0058】

また、主変換回路801は、各スイッチング素子を駆動する図示しない駆動回路を備えている。駆動回路は半導体装置802に内蔵されていても良いし、半導体装置802とは別に駆動回路を備える構成であっても良い。駆動回路は、主変換回路801のスイッチング素子を駆動する駆動信号を生成し、主変換回路801のスイッチング素子の制御電極に供給する。具体的には、駆動回路は後述する制御回路803からの制御信号に従い、スイッチング素子をオン状態にする駆動信号とスイッチング素子をオフ状態にする駆動信号とを各スイッチング素子の制御電極に出力する。スイッチング素子をオン状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以上の電圧信号であるオン信号である。スイッチング素子をオフ状態に維持する場合、駆動信号はスイッチング素子の閾値電圧以下の電圧信号であるオフ信号となる。

【0059】

制御回路803は、負荷900に所望の電力が供給されるよう主変換回路801のスイッチング素子を制御する。具体的には、制御回路803は負荷900に供給すべき電力に基づいて主変換回路801の各スイッチング素子がオン状態となるべきオン時間を算出する。制御回路803は、例えば、出力すべき電圧に応じてスイッチング素子のオン時間を変調するPWM制御によって、主変換回路801を制御することができる。そして制御回路803は、各時点においてオン状態となるべきスイッチング素子にはオン信号を、オフ状態となるべきスイッチング素子にはオフ信号が出力されるよう、主変換回路801が備える駆動回路に制御指令である制御信号を出力する。駆動回路は、この制御信号に従い、各スイッチング素子の制御電極にオン信号またはオフ信号を駆動信号として出力する。

【0060】

本実施の形態に係る電力変換装置800では、主変換回路801を構成する半導体装置802として実施の形態1～5の何れかに係る半導体装置を適用する。このため、安定した品質の電力変換装置800を提供することができる。

【0061】

本実施の形態では、2レベルの三相インバータに本開示を適用する例を説明した。本開示は、これに限られるものではなく、種々の電力変換装置に適用することができる。電力変換装置は2レベルに限らず3レベルまたはマルチレベルであっても構わない。また、単相負荷に電力を供給する場合には単相のインバータに本開示を適用しても構わない。また、直流負荷等に電力を供給する場合にはDC/DCコンバータまたはAC/DCコンバータに本開示を適用することも可能である。

【0062】

また、本開示を適用した電力変換装置800は、上述した負荷900が電動機の場合に限定されるものではない。例えば、放電加工機、レーザー加工機、または誘導加熱調理器、非接触給電システムの電源装置として電力変換装置800を用いることもできる。さらには太陽光発電システム、蓄電システム等のパワーコンディショナーとして電力変換装置800を用いることも可能である。

【0063】

なお、各実施の形態で説明した技術的特徴は適宜に組み合わせて用いても良い。

【符号の説明】

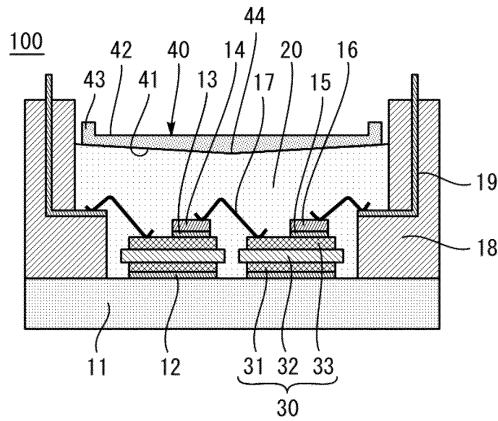
【0064】

11 ベース板、12、13 接合材、14 半導体チップ、15 接合材、16 半導体チップ、17 配線材、18 ケース、19 端子、20 封止樹脂、30 絶縁基板、31 導電部、32 絶縁層、33 導電回路部、40 バリア層、41、41a、41b、41c 第1面、42、42a、42b、42c、42d 第2面、43、43a、43b、43c、43d 凸部、44、44a、44b、44c 頂点、45a、45b、45

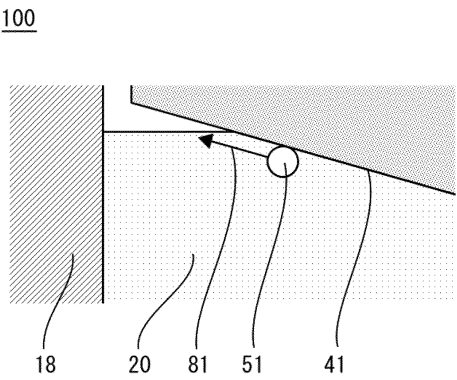
c 平面、48 上面、48a 平面、49 側面、51 気泡、83 距離、84 直線、100、200 半導体装置、240 バリア層、243 凸部、248 上面、248a 水平部、248b 傾斜部、300 半導体装置、340 バリア層、341 第1面、344 頂点、400 半導体装置、440 バリア層、443 凸部、448 上面、448a 水平部、448b 傾斜部、500 半導体装置、540 バリア層、543 凸部、700 電源、800 電力変換装置、801 主変換回路、802 半導体装置、803 制御回路、900 負荷

【図面】

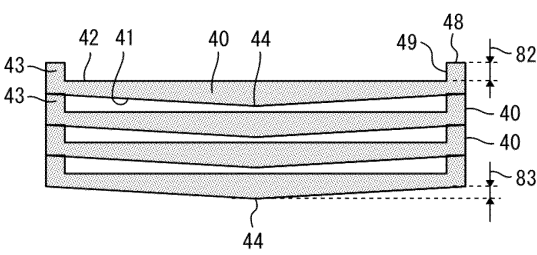
【図 1】



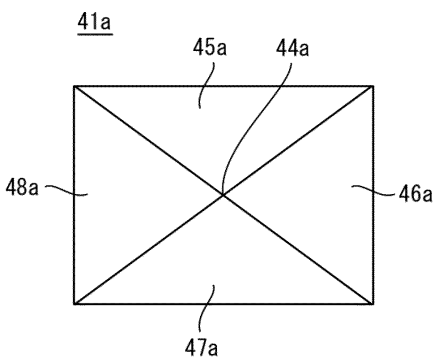
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

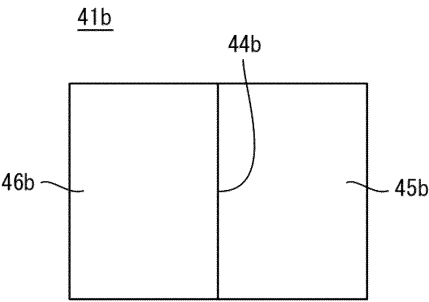
20

30

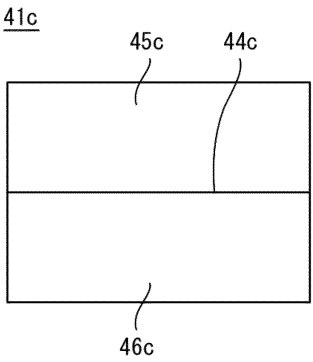
40

50

【図 5】

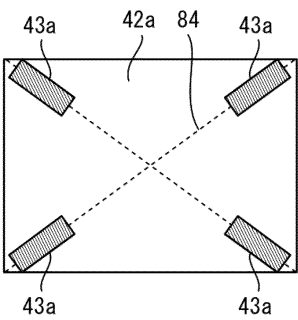


【図 6】

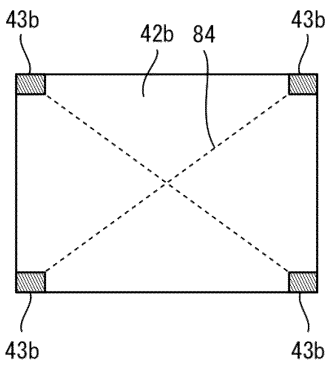


10

【図 7】

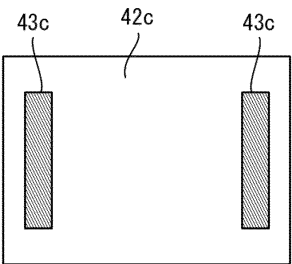


【図 8】

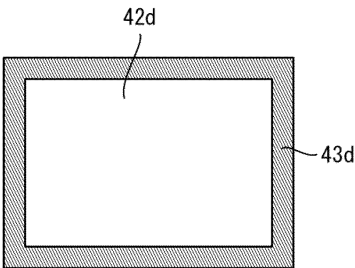


20

【図 9】



【図 10】

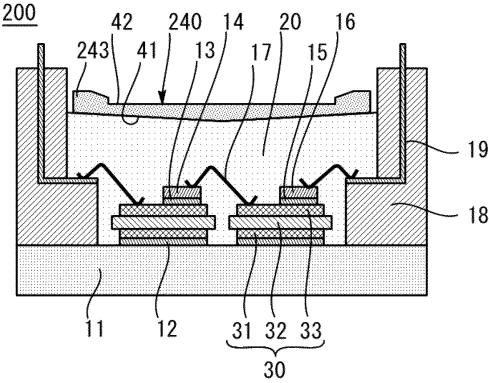


30

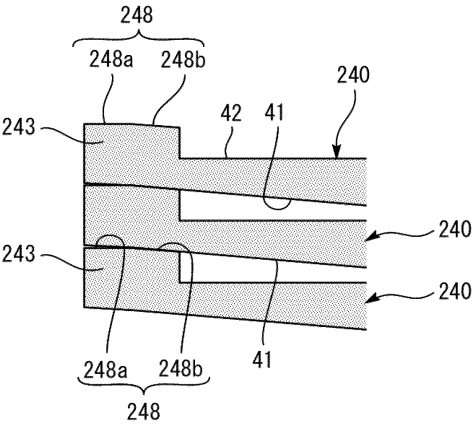
40

50

【図 1 1】

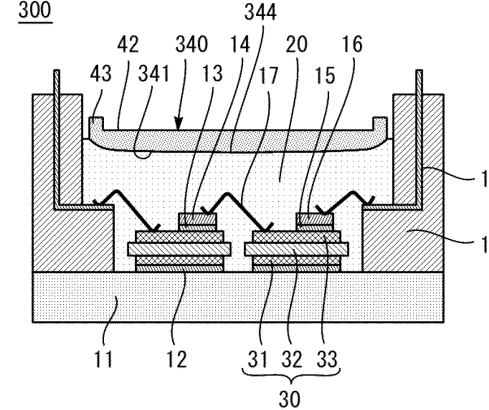


【図 1 2】

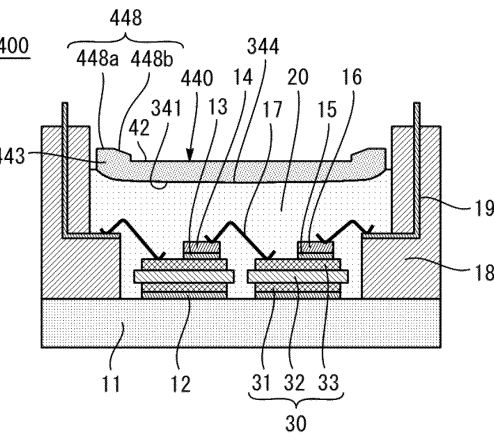


10

【図 1 3】



【図 1 4】



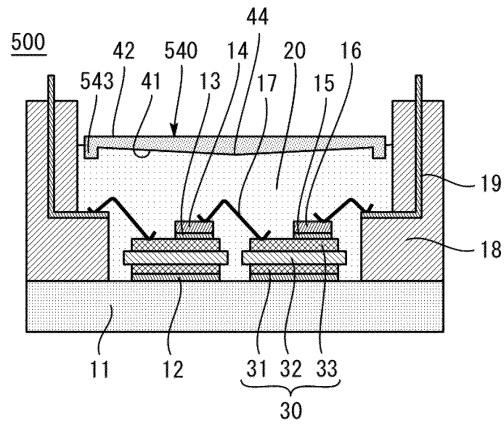
20

30

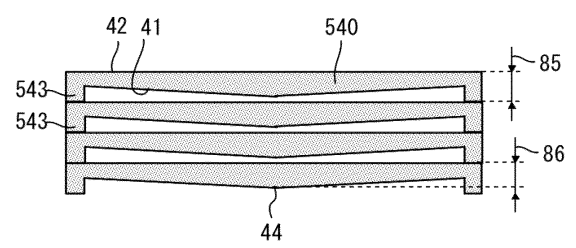
40

50

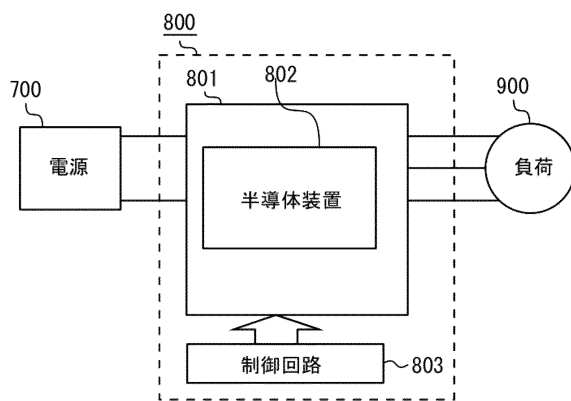
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2016/158072 (WO, A1)
 特開平05-121881 (JP, A)
 特開2014-130875 (JP, A)
 国際公開第2019/239615 (WO, A1)
 特開昭55-124250 (JP, A)
 特開2019-102575 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H01L 25/07
 H01L 23/29
 H01L 23/02